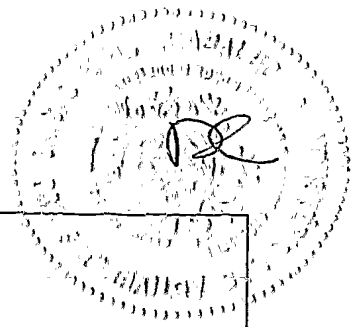


**PCT**

MINISTÉRIO DA ECONOMIA

Mod. Pat. – 121



Patente de Invenção N° 103111

Data do Pedido: 2004.04.22

Requerente(s):

INESC PORTO-INST. DE ENG. DE SIST. E COMP. DO PORTO  
CAMPUS DA FEUP, RUA DR. ROBERTO FRIAS, N°378, PORTO, PT

Epígrafe ou Título: SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO E ARMAZENAMENTO TEMPORÁRIO DE  
UNIDADES DE TRANSPORTE

Inventor(es):

LUÍS MIGUEL MOREIRA GUARDÃO  
GONDOMAR,

RUI DIOGO DA COSTA GAMA LIMA REBELO  
BRAGA,

PAULO JORGE ROCHA E SILVA SÁ MARQUES  
VILA NOVA DE GAIA,

FERNANDO AUGUSTO GUEDES  
BRAGA,

JOSÉ CARLOS CALDEIRA PINTO DE SOUSA  
MATOSINHOS,

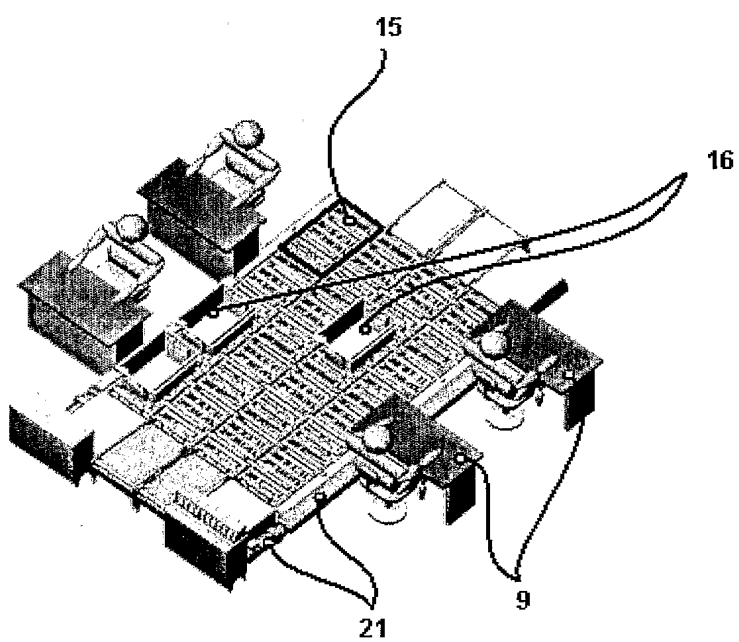
Reivindicação de Prioridade (Convenção de Paris)

Nº Pedido	Data de Pedido	País de origem

## **Resumo**

### **Sistema de distribuição e armazenamento temporário de unidades de transporte**

A presente invenção descreve um sistema de distribuição e armazenamento temporário de unidades de transporte (SIDAT), especialmente vocacionado para manipular, em linhas de produção com requisitos de grande velocidade e flexibilidade, lotes com produtos, materiais ou componentes em curso de fabrico. Exemplos deste tipo de linhas são as linhas de produção das empresas dos sectores ligados à moda (vestuário e calçado) e linhas de produção de produtos especiais (nomeadamente de montagem), para sectores como o mobiliário, a metalomecânica ou a electrónica; o sistema é baseado numa matriz de células de movimento (15), motorizadas a partir de um barramento de movimento centralizado (21), sobre o qual são montadas, capazes de movimentar as unidades de transporte (16) sobre si colocadas para as células vizinhas; uma agregação lógica de 2 ou 4 células de movimento individuais constitui uma célula de movimento composta que está normalmente associada aos postos de trabalho(9); a matriz de células de movimento pode opcionalmente ser complementada com um sistema de armazenamento de tecto. Todo o sistema é gerido por um programa que corre em PC e/ou autómato programável permitindo a realização simultânea e optimizada de múltiplas transferências de unidades de transporte entre as células constituintes da matriz.



b)  
Figura 8

## DESCRIÇÃO

### Sistema de distribuição e armazenamento temporário de unidades de transporte

#### *Campo de Invenção*

A presente invenção insere-se no domínio dos sistemas automáticos de movimentação e armazenamento de apoio ao trabalho na planta fabril.

#### *Antecedentes da Invenção e estado da técnica*

Nas décadas de 80 e 90, a indústria em geral e alguns sectores em particular, nomeadamente os ligados à moda ou a produtos de grande consumo, foram sujeitos a uma transformação profunda dos requisitos do mercado. A diminuição da dimensão média das encomendas e dos respectivos prazos de entrega, o aumento da diversidade de modelos e respectivas variantes, o aparecimento de produtos configuráveis pelos clientes e o aumento das exigências de qualidade são factores que levaram as empresas a alterarem radicalmente os seus produtos e os respectivos processos associados, nomeadamente o marketing e vendas, a distribuição e a produção.

No âmbito do processo produtivo, uma das vertentes que sofreu maior impacto foi a da logística interna, ou seja, do armazenamento, transporte e distribuição dos materiais e componentes na planta fabril, desde os armazéns de matérias-primas até aos de produto acabado. Os factores anteriormente referidos induziram um aumento exponencial do número de lotes a manusear e, portanto, do esforço e da complexidade da sua gestão.

Para responder a este desafio, foram desenvolvidos diversos sistemas logísticos, com diferentes níveis de automatização, quer para a logística interdepartamental (entre diferentes secções),

quer para o interior das próprias sessões, nomeadamente para as linhas de produção.

Focando agora nos sistemas para linhas de produção, existem no mercado sistemas de transporte por suspensão ou por tapete, parcialmente ou totalmente automatizados, com possibilidade de acoplamento de sistemas de armazenamento manual ou automático e com aplicação mais genérica ou específicos para certos tipos de indústrias e/ou departamentos. Como exemplo, refiram-se os transportadores para linhas de costura de empresas de calçado, nas suas versões informatizada (figura 1) e automática com armazém dinâmico aéreo (figura 2) da firma Portuguesa LIREL, e os sistemas patenteados pela Anzani PT 073,918 e US 6,357,985, compostos por sistemas de tapetes de distribuição e mecanismos de alimentação aos postos de trabalho e de armazenagem temporária fazendo uso de cancelas e do efeito da gravidade. Mais recentemente outros sistemas foram patenteados constituindo melhorias ou adaptações do sistema da ANZANI, nomeadamente US 6,704,613 e US 6,669,003. Alternativamente ao sistema de tapetes existem sistemas baseados em corredores de rolos e de correias que permitem a transmissão de movimento entre eles minimizando assim a quantidade de motorizações. Nestes sistemas a transferência das unidades de transporte/caixas do corredor de transporte para outros contíguos ou para os postos de trabalho/destino efectua-se através dos denominados células de transferência (*transfer apparatus* nas patentes US ). A patente US 5,082,109 da Societe Interroll refere este mecanismo que posteriormente é melhorado US 6,581,749 e US 6,662,929 e utilizado em diferentes sistemas US 6,471,045 e US 6,230,872, este ultimo da UNITED PARCEL, utiliza o princípio das células de transferência para implementar uma matriz de agulhamento estacionária sobre um conjunto de canais de movimento, baseados em rolos e correias, por forma a distribuir pacotes com encomendas provenientes de uma única fonte para um conjunto de destinos.

Os sistemas da LIREL e da Anzani baseiam-se no conceito de distribuição do trabalho directamente aos postos, evitando a movimentação manual dos lotes de produção e, também, das máquinas, reduzindo assim os tempos de preparação das linhas de produção sempre que se inicia a produção de um modelo diferente. Estes sistemas de distribuição respondem às necessidades das empresas cujos processos produtivos são caracterizados por ordens ou lotes de produção de média dimensão e por uma grande diversidade de modelos, maximizando os níveis de produtividade das respectivas linhas de produção.

Com o avançar da década de 90, os padrões de consumo alteraram-se ainda mais, crescendo a diversidade de modelos e o número de encomendas de muito pequenas quantidades, chegando-se, nalguns casos, à situação extrema de produtos especiais, onde cada encomenda corresponde a um produto específico para um cliente específico. Esta realidade tem uma consequência imediata na diminuição dos lotes de produção, obrigando, nalguns casos, à criação de lotes unitários.

Os actuais sistemas de transporte e distribuição mostraram-se incapazes de responder a esta nova realidade, uma vez que o número de lotes aumenta significativamente e, para além disso, o tempo de trabalho de cada um deles diminui na mesma proporção. Estes sistemas têm a particularidade de funcionarem em carrossel ou círculo, obrigando os contentores a regressarem ao início do transportador antes de serem enviados para o posto seguinte ou a dar uma volta completa à linha de transporte. Este funcionamento impede os actuais sistemas de responderem eficazmente aos novos requisitos de produção, uma vez que não são capazes de alimentar os postos com a cadência necessária.

Para além do que já foi referido, o acoplamento de sistemas de armazenamento, quer na vertical, quer na horizontal, constitui uma agravante aos percursos efectuados pelos contentores, uma vez que são adicionados os percursos de ida e volta do armazém. No caso de

sistemas com armazém, torna-se necessário aumentar o stock por operação, de forma a compensar o tempo consumido na movimentação de contentores entre o armazém e os postos de trabalho.

Os novos sistemas de movimentação devem ter como um dos objectivos principais a redução do tempo de movimentação de contentores, quer entre postos de trabalho, quer entre o armazém e os postos de trabalho. Tornou-se assim desejável a concepção de um novo sistema de distribuição e armazenamento temporário de unidades de transporte que resolva os problemas apontados, nomeadamente através de mecanismos de transferência rápida das unidades entre quaisquer postos de trabalho e entre estes e eventuais sistemas de armazenamento temporário, criando assim mais valias e vantagens competitivas relativamente aos sistemas existentes.

#### ***Descrição Sumária da invenção***

O objecto desta invenção é um sistema de distribuição e armazenamento temporário de unidades de transporte (SIDAT), especialmente vocacionado para manipular, em linhas de produção com requisitos de grande velocidade e flexibilidade, lotes com produtos, materiais ou componentes em curso de fabrico. Exemplos deste tipo de linhas são as linhas de produção das empresas dos sectores ligados à moda (vestuário e calçado) e linhas de produção de produtos especiais (nomeadamente de montagem), para sectores como o mobiliário, a metalomecânica ou a electrónica.

O SIDAT, ilustrado de forma geral na figura 8 a, é constituído por um conjunto agregado de células de movimento individuais (CMi), dispostas em forma de matriz, designado por transportador matricial, e por um sistema de armazenamento de tecto (SAT), que pode opcionalmente ser associado ao transportador. As CMi são motorizadas através do acoplamento a um barramento de movimento centralizado e têm a capacidade de movimentar em qualquer direcção uma unidade de transporte, vulgo contentor, para as CMi contíguas.



As Células de Movimento compostas (CMc) constituem a agregação ordenada de células de movimento individuais, associadas univocamente a um posto de trabalho, com a função de alimentar, armazenar e escoar o trabalho aí realizado, obedecendo a um conjunto de requisitos adiante enumerados.

As Células de Movimento de transferência (CMT) são CMi dedicadas exclusivamente às operações de transferência das unidades de transporte entre as CMc's não fazendo parte destas e, portanto, não estando associadas a nenhum posto de trabalho.

O transportador matricial poderá assumir diversas configurações, conforme o número de CMi's que compõem as CMc's e o número de CMT's, conforme será descrito a seguir.

As unidades de transporte com os materiais a serem trabalhados nos postos são colocadas no transportador a partir de uma posição de entrada e associação, onde é feita a associação entre o contentor (univocamente identificado por um número e por um código de barras ou por uma etiqueta electrónica, dependendo das aplicações concretas e das respectivas condições de trabalho) e a informação do lote em causa (nomeadamente o modelo, numero de unidades e a respectiva gama operatória). Os postos de trabalho pelos quais a unidade de transporte terá de passar são definidos em função da gama operatória e das operações a realizar em cada posto (dependente das máquinas e/ou operadores associados). Uma atribuição mais fina será efectuada por um algoritmo de escalonamento do SIDAT que, em cada momento, lidará com as disponibilidades de recursos e tentará otimizar um conjunto de critérios, nomeadamente a minimização do tempo de espera por trabalho, dos percursos e dos movimentos a efectuar e das alterações à configuração dos postos.

O movimento da unidade de transporte da posição de associação em direcção ao posto de trabalho pode ser efectuada através da passagem de CMi para CMi ou então fazendo uso do manipulador associado ao SAT (caso exista).

A movimentação das unidades de transporte através do sistemas transportador faz-se encaminhando-as até ao ponto de entrada das CMc's (ou seja, dos postos de trabalho). Uma vez aí, o sistema utiliza as CMi's (cujo número depende da configuração específica) para armazenar à entrada, disponibilizar ao operador e armazenar à saída as unidades de transporte. Todos os movimentos das unidades de transporte são efectuados automaticamente pelo sistema. Os operadores dos postos de trabalho dispõem de um botão para assinalar o fim da execução das operações na unidade de transporte que está no ponto de trabalho, notificando assim o sistema que a pode enviar para o posto seguinte e para disponibilizar ao operador a unidade de transporte seguinte. O fim de operação pode ser também assinalado automaticamente, através de uma entrada digital (que pode ser accionada, por exemplo, pelo sistema de controlo de uma máquina que esteja colocada no posto).

No caso de não haver um posto destino livre para onde enviar uma unidade de transporte que esteja a sair de um posto de trabalho, ela pode ser colocada no SAT (caso exista) até que a situação se altere, funcionando o SAT como "buffer" temporário, em acréscimo à capacidade de armazenamento já existente nos postos de trabalho, através das CMi's designadas por "Ex - espera\_x\_", numa das múltiplas configurações possíveis das quais à frente veremos em detalhe duas. Posteriormente, a unidade de transporte será retirada do armazém e enviada para o posto de trabalho que lhe tiver sido atribuído.

Este procedimento é executado até terem sido efectuadas todas as operações da gama operatória. A saída da unidade de transporte do SIDAT, normalmente após a realização da totalidade das operações, é efectuada através de uma posição de saída e desassociação (ficando a unidade liberta para poder ser novamente utilizada).

Relativamente à patente da United Parcel US 6,230,872, que implementa um sistema de selecção de embalagens, no qual uma matriz estacionária de células de transportador de rolos e correias multi-

direccionais agulha embalagens para uma pluralidade de destinos, o proposto na presente invenção é distinto: todo o sistema é baseado nas denominadas células de movimento individuais, cujo movimento lhes é transmitido a partir de um barramento de movimento centralizado, constituindo estas a unidade básica e obrigatória para construção de sistemas de movimentação, armazenagem temporária e transferência mais elaborados denominados de uma forma genérica de transportador matricial; o sistema proposto nesta invenção permite lidar com múltiplas fontes e múltiplos destinos para as unidades de transporte permitindo, sob o controlo e supervisão de um programa de gestão, lidar com várias unidades de transporte em simultâneo, seguindo estas caminhos definidos numa gama operatória. A agregação lógica de duas ou mais células de movimento constituem as denominadas células de movimento composto, associadas aos postos de trabalho, que possuem, para além dos básicos atributos de movimentação, funções de armazenamento temporário. Pelas razões atrás apresentadas os componentes do sistema proposto na presente invenção são inovadores e o sistema como um todo também o é, adequando-se a um leque de aplicações muito mais vasto do que os sistemas existentes actualmente.

#### ***Descrição Sumária das Figuras***

As características funcionais e construtivas do SIDAT compreendem-se melhor através da apresentação e explicação detalhadas dos desenhos em anexo. As configurações representadas são dadas exclusivamente a título de exemplo e não pretendem ser limitativas quanto a outras configurações possíveis de serem criadas utilizando os conceitos e componentes descritos nesta patente.

Figura 1 mostra, como exemplo da técnica anterior, um transportador para linhas de costura de empresas de calçado, na sua versão informatizada.

Figura 2 mostra, como exemplo da técnica anterior, um transportador para linhas de costura de empresas de calçado, na sua versão automática com armazém dinâmico aéreo.

Figura 3 mostra uma CMi sob as formas de diagrama (a) e vista 3D (b). São retratados os mecanismos de movimentação de unidade de transporte nas duas direcções e quatro sentidos possíveis.

Figura 4 mostra uma CMc criada a partir da agregação ordenada de 4 CMi. Nesta configuração existem uma posição de espera (E1) (6), uma posição de entrada e espera (E2) (5), uma posição de trabalho (T) (7) e uma posição de armazenamento após trabalho (AT) (8). As setas rectas representam os possíveis sentidos e direcções de circulação das unidades de transporte, enquanto que a seta curva representa o sentido de movimentação das unidades de transporte dentro da CMc.

Figura 5 mostra uma CMc criada a partir da agregação ordenada de 2 CMi. Neste caso, existe apenas uma posição de entrada e de espera (E1) (6) e uma posição de trabalho (T) (7).

Figura 6 mostra o barramento de movimento centralizado que permite transmitir movimento às CMi sobre ele montadas.

Figura 7 mostra o mecanismo de acoplamento das CMi ao barramento de movimento centralizado.

Figura 8 mostra um vista geral do sistema na suas versões a) só com o transportador matricial e b) na qual o transportador matricial é complementado com um Sistema de Armazenamento de Tecto e um manipulador de 3 eixos associado

Figura 9 mostra uma configuração do SIDAT constituída por um transportador matricial resultante da agregação ordenada de CMc e por um SAT.

Figura 10 mostra uma configuração do SIDAT constituída por um transportador resultante da agregação ordenada de CMcs e por dois

corredores centrais de CMi com a função de movimentar as unidades de transporte entre postos.

### **Descrição detalhada**

Em referência à figura 3 (a e b), uma CMi é constituída por: um conjunto de rolos (1) que, quando em rotação, possibilitam o movimento de uma unidade de transporte na direcção da rotação, dependendo o sentido do movimento do sentido da rotação; por um sistema de correias de distribuição (2), montadas sobre uma plataforma que permite a sua elevação acima da cota do sistema de rolos (1), possibilitando, quando em movimento e na posição alta da plataforma elevatória, movimentar uma unidade de transporte na direcção perpendicular à dos rolos e no sentido da respectiva rotação. Dependendo do movimento a efectuar, as guias/batentes laterais (3) serão levantadas através do recurso a cilindros pneumáticos e mecanismos associados (4) por forma a garantir uma deslocação rectilínea e guiada da unidade de transporte e eventualmente a sua paragem no local pretendido. A CMi é montada sobre um barramento de correntes/correias motorizadas (11) às quais estabelece acoplamento através de um sistema à frente descrito, permitindo assim o movimento do sistema de rolos ou correias das CMi.

Em referência à figura 4, uma CMC é formada pela agregação ordenada de quatro CMi. As quatro CMi terão designações distintas correspondentes às funções que lhe estão associadas:

**E2 - espera 2 - (5)** célula que recebe a unidade de transporte proveniente de outra CMC ou do manipulador do SAT, sendo o passo seguinte a sua colocação em E1. Esta célula funciona como um segundo 'buffer' de armazenamento para o posto de trabalho.

**E1 - espera 1 - (6)** célula que funciona como buffer à célula de trabalho T1, recebendo as unidades de transporte a partir de E2.

**T - trabalho - (7)** célula onde o conteúdo da unidade de transporte é acedido pelo operário por forma a executar a operação que foi definida para o posto associado à CMc.

**AT - após trabalho - (8)** célula para onde se desloca a unidade de transporte imediatamente após a conclusão do trabalho em T. Na eventualidade de o operário terminar o trabalho em T e a unidade de transporte não poder imediatamente seguir para AT, pode o operário aceder à unidade de transporte em E1 e iniciar a respectiva operação.

O movimento de unidades de transporte entre E2 e T é efectuado de forma automática pelo sistema. O movimento de T para AT é efectuado após a conclusão do trabalho em T, o que acontece apenas quando o operário sinaliza tal evento, utilizando um botão existente no posto para esse efeito.

Uma vez em AT, a unidade de transporte seguirá para uma CMi E2 associada ao posto de trabalho no qual irá ser realizada a próxima operação da gama operatória. Estes movimentos entre CMc são geridos pelo algoritmo de escalonamento e gestão do SIDAT que, dependendo de critérios vários, decidirá quando, como e para onde movimentar a unidade de transporte.

Em referência à figura 5, apresenta-se uma célula de movimento composta simplificada, em relação à da figura 4, adiante designada por CMcs, que é formada pela agregação ordenada de duas CMi, E1 e T (6, 7). O movimento de unidades de transporte de E1 para T é efectuado de forma automática pelo sistema. O movimento de T para uma CMi vizinha é efectuado após a conclusão do trabalho em T e obedecendo a outras condições que adiante se descrevem na descrição detalhada da configuração do transportador matricial ilustrado na figura 10.

Em referência à figura 6, as CMi são motorizadas efectuando acoplamento mecânico a um barramento de movimento constituído por um sistema de correias/correntes de distribuição (11) ligadas a um

conjunto de motores (10), dispostas em forma de matriz de forma a poder transmitir movimento a todas as CMi constituintes do transportador, sobre si montadas. Dependendo da correia à qual se efectua o acoplamento obtêm-se o movimento da unidade de transporte na direcção e sentido desejados.

Em referência à figura 7, o mecanismo transmissão de movimento aos rolos (1) e correias das CMi pelo barramento de movimento centralizado é efectuado fazendo recurso a um actuador pneumático (12), um sistema de acoplamento (13) e uma corrente ou correia dentada (11). Na figura 7 a), com o actuador pneumático distendido, o sistema de acoplamento não faz contacto com a correia/corrente e os rolos/correias estão paradas. Num segundo momento figura 7 b), com a retracção (15) do actuador pneumático, o sistema de acoplamento estabelece contacto (16) com a correia/corrente transmitindo assim movimento ao sistema de rolos ou correias da CMi.

Em referência à figura 8 a, um sistema de movimentação e armazenamento de tecto (SAT) de unidades de transporte, servirá de buffer temporário entre postos de trabalho para as unidades de transporte. O SAT é constituído por um conjunto de células de armazenamento de tecto (CAT) (22), organizadas em forma de matriz, nas quais uma unidade de transporte poderá ser colocada ou retirada pelo manipulador associado (17). Este último permitirá movimentar unidades de transporte (16) entre CMi's (15) e entre estas e as CAT. As unidades de transporte, quando armazenadas nas CAT, ficarão colocadas sobre o transportador numa cota mais elevada, i.e., no 'tecto' (daí a sua designação), observando obviamente normas de segurança através da colocação de uma estrutura de protecção (23).

Existem três níveis de funcionamento para o manipulador: um primeiro na cota dos postos de trabalho (20), um segundo, mais acima, onde o manipulador movimenta as unidades de transporte entre CMi's (18) e, por último, um nível de armazenamento (19). Abaixo do

nível de trabalho existe a zona reservada ao barramento de movimento centralizado (21).

O mecanismo de retenção (24) da unidade de transporte na CAT é puramente mecânico e o seu desenho modular, à semelhança das CMi. Assim, se uma CAT se avariar, esta será marcada no sistema de gestão com indisponível e a sua manutenção efectuada sem que o sistema SIDAT necessite de ser parado. Na figura 8 é ilustrado o SAT com o manipulador e as CAT, sem que os seus pormenores constituam restrições quanto às suas possíveis distintas implementações práticas.

Em referência às figuras 8a e 9, uma configuração possível para o SIDAT, é constituída pela agregação ordenada de CMC (25), dispostas de acordo com a figura, e por um SAT. O SAT é montado sobre os canais centrais do transportador (28) constituído pelas CMi E2 e AT.

As unidade de transporte são colocadas no transportador a partir de uma posição de associação (26). Os postos de trabalho (9) pelos quais terá de passar são definidos pelo sistema, em função da respectiva sua gama operatória e dos postos com capacidade de executar essas operações; uma atribuição mais fina será efectuada por um algoritmo de gestão e escalonamento do SIDAT que, em cada momento, lidará com as disponibilidades de recursos e tentará otimizar um conjunto de critérios, nomeadamente a minimização de tempo de espera por trabalho, a minimização dos bloqueios nas CMcs, i.e., uma unidade de transporte acabar o trabalho e não poder ser enviada imediatamente para outra célula, etc.

O movimento da unidade de transporte da posição de associação (26) em direcção à CMC (25) associada ao posto de trabalho (9) pode ser efectuado através da passagem para as CMC contíguas, em frente ou à sua direita, ou então fazendo uso do manipulador associado ao sistema de armazenagem de tecto, nos casos em que seja outra a CMC associada ao próximo posto de trabalho indicado na gama operatória.



Após a chegada à célula E2 a unidade de transporte seguirá automaticamente para E1 e desta para T sempre que elas se encontrem disponíveis, i.e., sem uma unidade de transporte. Uma vez a unidade de transporte colocada na célula T, o operário retirará os materiais da unidade de transporte e efectuará a(s) operação(ões) prevista(s) para realizar no seu posto de trabalho. Após a conclusão do trabalho previsto para esse posto, o operador sinalizará o sistema através de um botão e a unidade de transporte seguirá automaticamente para a célula AT, no caso de esta estar livre, ou directamente para a célula E1 da CMC vizinha, no caso de ser esse o posto de trabalho seguinte da unidade de transporte e a respectiva célula E1 estiver livre. Após a colocação da unidade de transporte em AT, no caso de não haver disponibilidade imediata dos recursos necessários, nomeadamente um posto destino livre ou o manipulador do SAT estar a efectuar outras movimentações, a unidade de transporte pode, em primeira instância, aguardar até que a situação se modifique, uma vez que no pior dos casos acabou de se iniciar o trabalho nesse posto na próxima unidade de transporte. O tempo de execução da operação da unidade de transporte em T corresponde ao intervalo de tempo que a unidade de transporte em AT tem para seguir para o posto seguinte ou para o SAT sem que provoque um bloqueio na saída de T para AT. Acresce a possibilidade de alongar o período de permanência aceitável de uma unidade de transporte em AT, uma vez que a operária no posto de trabalho conseguirá, nesta configuração, aceder ao conteúdo da unidade de transporte em E1, podendo assim prosseguir o trabalho sem interrupções. O algoritmo de gestão e escalonamento do SIDAT lidará a cada momento com a necessidade de optimizar os recursos por forma a evitar estas situações de bloqueio e, simultaneamente, tentar optimizar a ocupação dos postos, idealmente a 100%.

O SAT funciona como buffer temporário, em acréscimo aos 'buffers' já implementados nesta configuração com as CMi "E1 - espera 1" , "E2- espera 2" e "AT- Após Trabalho", partes constituintes da CMC. O

manipulador associado ao SAT efectuará todos os movimentos de CMC para CMC que ocorram em células não contíguas e adicionalmente aqueles movimentos que obriguem a efectuar percurso contrário ao fluxo normal de funcionamento desta configuração. No caso de uma unidade de transporte se encontrar em AT e não houver nenhum posto disponível (célula E2 livre) capaz de efectuar a próxima operação prevista na gama operatória, a unidade de transporte pode seguir para o SAT, para uma CAT livre e que se encontre preferencialmente perto do próximo posto de trabalho e CMC associada; Compensam-se assim deste modo as situações de balanceamento de fluxos incorrectos através de uma capacidade de armazenamento acrescida nos postos e adicionalmente no SAT.

Nesta configuração, as CMC tem autonomia para efectuar os movimentos de E2 até AT, podendo deste modo ocorrer simultaneamente um número muito elevado de movimentos de CMi para CMi no seio das CMC. Podem igualmente ocorrer simultaneamente vários movimentos de translação de unidades de transporte entre CMC contíguas.

A saída da unidade de transporte do SIDAT, normalmente após a realização da totalidade das operações, é efectuada através de uma posição de desassociação(27)

Em referência à figura 10, uma configuração alternativa para o SIDAT será constituída pela agregação ordenada de CMcs (28), dispostas de acordo com a figura, e por um conjunto de CMT (29), dispostas sob a forma de corredores centrais, com a função de movimentar unidades de transporte entre CMcs. Nesta configuração a associação de um SAT é opcional.

Uma unidade de transporte contendo um lote de produção a ser trabalhado nos postos servidos pelo transportador matricial é associada ao SIDAT através de uma posição de associação, existindo duas nesta configuração, seguindo depois para a CMcs associada ao posto de trabalho onde será executada a próxima operação prevista. A movimentação da unidade de transporte é efectuada através da

passagem entre CMT, que constituem os corredores centrais do transportador matricial, em direcção à célula E1, que deverá obrigatoriamente estar livre.

Após a chegada à célula E1 a unidade de transporte seguirá automaticamente para T sempre que ela se encontre disponível, i.e., sem uma unidade de transporte. Uma vez a unidade de transporte colocada na célula T, o operário retirará os materiais da unidade de transporte e efectuará a(s) operação(ões) prevista(s) para realizar no seu posto de trabalho. Após a conclusão do trabalho, o operador sinalizará ao sistema através de um botão ou alternativamente a gestão do SIDAT dará essa ordem ao fim do tempo previsto para a operação em causa. A unidade de transporte seguirá depois para a célula E1 do próximo posto de trabalho através de um de dois modos possíveis: 1 - se o próximo posto previsto for o contíguo e a célula E1 deste estiver livre a unidade de transporte passará directamente. 2 - através das células CMT, assim que o percurso, desenhado sobre as CMT e decidido pelo algoritmo de escalonamento do SIDAT, estiver parcial ou totalmente livre.

Após a sinalização de fim de operação, a unidade de transporte pode, por indisponibilidade de um percurso de CMT, ou alternativamente por manipulador associado ao SAT estar ocupado (caso exista), permanecer na célula T. Tal facto é possível uma vez que a operária no posto de trabalho conseguirá, nesta configuração, aceder ao conteúdo da unidade de transporte em E1, podendo assim prosseguir o trabalho sem interrupções. O algoritmo de gestão e escalonamento do SIDAT lidará a cada momento com a necessidade de otimizar os recursos por forma a evitar estas situações de bloqueio gerindo o funcionamento das CMT, através de alocação parcial de recursos e da possibilidade de múltiplos movimentos com extensões e sentidos distintos e, simultaneamente, tentar otimizar a ocupação dos postos, idealmente a 100%.

A CMcs tem uma capacidade de bufferização inferior às CMc possuindo apenas uma posição de espera; esta configuração possui no entanto a vantagem de poder enviar unidades de transporte para postos anteriores, i.e., no sentido contrário ao normal fluxo da gama operatória, podendo deste modo funcionar sem o SAT e o manipulador associado.

Para além das configurações preferenciais apresentadas nas figuras 8,9 e 10 existem no entanto um conjunto de outras cuja utilização poderá ocorrer a breve prazo e para as quais se descreve de modo sucinto a sua estrutura, uma vez que o seu princípio de funcionamento é em tudo idêntico ao das duas configurações preferenciais acima descritas em detalhe:

- Duas linhas de CMcs colocadas lado a lado por forma a funcionarem como uma estrutura de movimentação circular.
- Duas linhas de CMcs com um canal central de CMt, em vez dos dois existentes na configuração preferencial da figura 10.
- Duas linhas de CMc com dois canais centrais de CMt, por forma a evitar a presença obrigatória de um sistema de armazenagem de tecto na configuração preferencial das figuras 8 e 9.
- Duas linhas de CMc com 3 canais centrais de CMt, por forma a aumentar a cadência da configuração apresentada no parágrafo anterior.

O sistema de gestão do SIDAT baseado em PC e/ou autómato programável tem como base um modelo de organização da informação para o qual se define, em primeiro lugar, a estrutura da gama operatória, necessária para produzir um determinado artigo e, posteriormente, quais os recursos e informação necessárias à correcta execução dessas operações. O sistema é composto por diversos módulos, adiante enumerados, para que possa funcionar de modo isolado ou integrado com ERPs ou outros sistemas de gestão das empresas:

- Um módulo de configuração de informação de engenharia associada aos produtos, recursos e informação, necessários à execução das operações (máquinas, pessoas, ferramentas, matérias primas, gamas operatórias, etc.)
- Um módulo de preparação das ordens de fabrico e lotes e demais informação associada.
- Um módulo de configuração do transportador matricial e do Sistema de Armazenamento de Tecto
- Um módulo de controlo do transportador matricial e do manipulador associado ao SAT.
- Um módulo de escalonamento do trabalho no SIDAT, associado a um algoritmo de optimização multicritério, para determinação dos movimentos a efectuar a cada momento.
- Um módulo de monitorização e de informação histórica.
- Interfaces de integração com sistemas ERP ou outros sistemas de gestão.

Lisboa, 22 ABR. 2004

## REIVINDICAÇÕES

1. Sistema de distribuição e armazenamento temporário de unidades de transporte, caracterizado por ser constituído por um transportador matricial, assim designado por ser uma agregação ordenada de células de movimento individuais (CMi), organizadas em forma de matriz e motorizadas a partir de um barramento de movimento centralizado sobre o qual são montadas, capazes de movimentar as unidades de transporte sobre si colocadas para qualquer uma das células suas vizinhas na matriz, sendo o sistema opcionalmente complementado com um sistema de armazenamento aéreo de unidades de transporte, constituído por um conjunto de células de armazenamento de tecto, com mecanismo mecânico de retenção das unidades de transporte do tipo *"pressiona e prende - pressiona e solta"*, dispostas em forma de matriz sobre as CMi numa cota mais elevada, e por um manipulador de 3 eixos que efectua a transferência das unidades de transporte entre as CMi e entre estas e o sistema de armazenamento aéreo de tecto.
2. Sistema de distribuição e armazenamento temporário de unidades de transporte, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por possuir pontos de associação, pontos estes que constituem locais onde um lote de materiais é associado a uma unidade de transporte para que este conjunto seja reconhecido e tratado pelo sistema até ao momento em que todas as operações previstas para realizar nos postos de trabalho estejam concluídas ou, alternativamente, haja um pedido para interromper a sequência prevista; nesse caso, a unidade de transporte poderá seguir para um ponto de desassociação, onde se efectuará a operação inversa.

3. Sistema de distribuição e armazenamento temporário de unidades de transporte, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por as Células de Movimento Individual serem constituídas por um conjunto de rolos paralelos, por duas correias, localizadas no intervalo entre os rolos e dispostas paralelamente a estes, montadas sobre um sistema elevatório que as posicionará abaixo da cota dos rolos, ou acima, conforme se pretenda movimentar a unidade de transporte colocada sobre a célula na direcção perpendicular aos rolos ou na direcção paralela; por um conjunto de quatro batentes/guias que podem ser accionados individualmente, funcionando como garantes da correcta trajectória de uma unidade de transporte ou de paragem da mesma, quando o seu destino for a célula de movimento corrente, e por um sistema electropneumático que efectuará o acoplamento a um sistema de correias motorizadas externas, que permitem o movimento dos rolos e correias atrás mencionados nos quatro sentidos possíveis.
4. Sistema de distribuição e armazenamento temporário de unidades de transporte, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por o Barramento de Movimento Centralizado ser constituído por um motor e por um conjunto de correias ou correntes dispostas em forma de matriz e que se movimentam em direcções ortogonais e nos quatro sentidos possíveis.
5. Sistema de distribuição e armazenamento temporário de unidades de transporte, de acordo com as reivindicações 1, 3 e 4, caracterizado por o Barramento de Movimento Centralizado permitir a motorização de qualquer célula de movimento individual quando esta esteja montada sobre um dos elementos da matriz de movimento e seja accionado o respectivo sistema electropneumático, efectuando-se o acoplamento a uma das correias motorizadas, transmitindo assim o movimento aos rolos ou correias da célula de movimento.

6. Sistema de distribuição e armazenamento temporário de unidades de transporte, de acordo com a reivindicação 1 e 3, caracterizado por as Células de Movimento Compostas serem constituídas por uma agregação ordenada de quatro células de movimento individuais associadas a um posto de trabalho, em que cada uma das células individuais tem uma função distinta: E2 - Espera 2 - Célula na qual é colocada uma unidade de transporte cujo conteúdo tem uma operação prevista de ser realizada no posto de trabalho, E1 - Espera 1 - Célula para a qual se desloca a unidade de transporte proveniente de E2 - Espera 2 quando E1 se encontra livre, T - trabalho - Célula para a qual se desloca a unidade de transporte quando T se encontra livre e onde o operador do posto de trabalho acede ao seu conteúdo para realizar as operações previstas, AT - Após Trabalho - Célula para a qual se desloca a unidade de transporte proveniente de T quando as operações previstas de aí serem realizadas já estão concluídas e AT está livre.
7. Sistema de distribuição e armazenamento temporário de unidades de transporte, de acordo com as reivindicações 1 e 6, caracterizado por os movimentos na Célula de Movimento Composto de E2 para E1, de E1 para T e de T para AT serem executados de forma automática pelo sistema de controlo quando se verificam as condições necessárias, nomeadamente a célula destino estar livre e, no caso de T para AT, terem terminado as operações previstas de serem realizadas no posto de trabalho, sendo que neste ultimo caso, a condição é cumprida quando o operário acciona um botão ou, opcionalmente, o sistema de controlo dá a ordem assim que o tempo previsto para realizar as operações no posto tenha sido atingido.
8. Sistema de distribuição e armazenamento temporário de unidades de transporte, de acordo com as reivindicações 1 e 6, caracterizado por nas Células de Movimento Compostas o operador poder aceder ao conteúdo da unidade de transporte



colocada em E1 para realizar as operações previstas, quando está concluído o trabalho no conteúdo da unidade de transporte colocada em T e esta não poder seguir para AT, por esta última estar ocupada, conseguindo-se deste modo adiar a situação de bloqueio do posto de trabalho enquanto não é retirada a unidade de transporte colocada em AT.

9. Sistema de distribuição e armazenamento temporário de unidades de transporte, de acordo com as reivindicações 1 e 3, caracterizado por as Células de Movimento Composta simplificadas serem constituídas por uma agregação ordenada de duas células de movimento individuais associadas a um posto de trabalho tendo cada uma das células individuais uma função distinta: E1 - Espera 1 - Célula na qual é colocada uma unidade de transporte cujo conteúdo tem uma operação prevista de ser realizada no posto de trabalho, T - trabalho - Célula para a qual se desloca a unidade de transporte quando T se encontra livre e onde o operador do centro de trabalho acede ao seu conteúdo para realizar as operações previstas de aí serem realizadas.

10. Sistema de distribuição e armazenamento temporário de unidades de transporte, de acordo com as reivindicações 1, 3 e 9, caracterizado por nas Células de Movimento Compostas simplificadas os movimentos de E1 para T serem executados de forma automática pelo sistema de controlo quando se verificam as condições necessárias, nomeadamente a célula de destino estar livre, sinalizando o operário o sistema de gestão do SIDAT quando termina o trabalho previsto no conteúdo da unidade de transporte ou, alternativamente, podendo o sistema considerar o trabalho terminado ao fim de um intervalo de tempo previsto para as operações a realizar; em qualquer dos casos o sistema retirará a caixa da célula T para a Célula de Movimento contígua de forma a iniciar o trajecto para a CMcs

associada ao posto onde será(ão) realizada(s) a(s) próxima(s) operações.

11. Sistema de distribuição e armazenamento temporário de unidades de transporte, de acordo com as reivindicações 1 e 9, caracterizado por nas Células de Movimento simplificadas o operário poder aceder ao conteúdo da unidade de transporte colocada em E para realizar as operações previstas, quando está concluído o trabalho no conteúdo da unidade de transporte colocada em T e esta não poder seguir para o seu próximo destino; consegue-se deste modo adiar a situação de bloqueio do posto de trabalho enquanto não é retirada a unidade de transporte colocada em T.
12. Sistema de distribuição e armazenamento temporário de unidades de transporte, de acordo com as reivindicações 1, 3, 4, 6 e 9, caracterizado por o Transportador matricial ser constituído por qualquer combinação de células de movimento, compostas e individuais, associadas a um barramento de movimento centralizado, nomeadamente e não restritivamente as apresentadas nas figuras 8, 9 e 10 e as adicionalmente descritas no texto da patente.
13. Sistema de distribuição e armazenamento temporário de unidades de transporte, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por a Célula de armazenamento de tecto ser constituída por uma estrutura rectangular com um mecanismo de retenção mecânico do tipo "*pressiona e prende - pressiona e solta*", que permite segurar uma unidade de transporte quando esta é elevada a partir de uma cota inferior.
14. Sistema de distribuição e armazenamento temporário de unidades de transporte, de acordo com as reivindicações 1 e 13, caracterizado por o sistema de retenção de unidades de transporte da Célula de armazenamento funcionar com lógica binária mecânica, sendo que num primeiro accionamento segura a

unidade de transporte e no accionamento seguinte solta a unidade de transporte.

15. Sistema de distribuição e armazenamento temporário de unidades de transporte, de acordo com as reivindicações 1, 13 e 14, caracterizado por o Sistema de Armazenamento de Tecto ser constituído por um conjunto agregado de células de armazenamento de tecto, dispostas em matriz sobre o transportador matricial, e por um manipulador de três eixos, que permite a transferência de unidades de transporte entre células do transportador matricial e entre estas e as células de armazenamento de tecto.
16. Sistema de distribuição e armazenamento temporário de unidades de transporte, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por ter associado um programa, baseado em computador e/ou autómato programável, responsável por gerir, monitorizar, escalonar e balancear o sistema, considerando a informação do trabalho a realizar no conteúdo de cada unidade de transporte, nomeadamente gama operatória, tempos, quantidades e identificação do artigo, informação esta obtida numa operação de associação da unidade de transporte ao seu conteúdo.
17. Sistema de distribuição e armazenamento temporário de unidades de transporte, de acordo com as reivindicações 2 e 16, caracterizado por o programa de gestão efectuar uma gestão dinâmica do sistema numa abordagem multi-critério, escolhendo a cada momento quais os movimentos de unidades de transporte a efectuar entre células de movimento ou destas para o sistema de armazenamento de tecto e vice-versa, tendo em linha de conta os recursos disponíveis e as necessidades, de forma a tentar garantir, entre outros, tempos de espera nulos nos postos de trabalho, cumprimento dos prazos definidos e ausência de bloqueios nos postos de trabalho.

Lisboa, 22 ABR. 2004

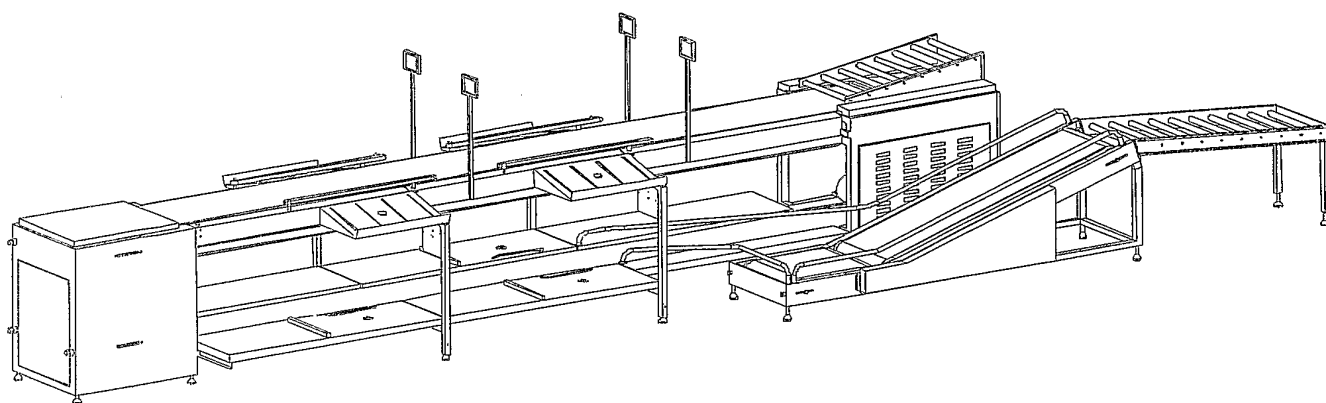


Figura 1

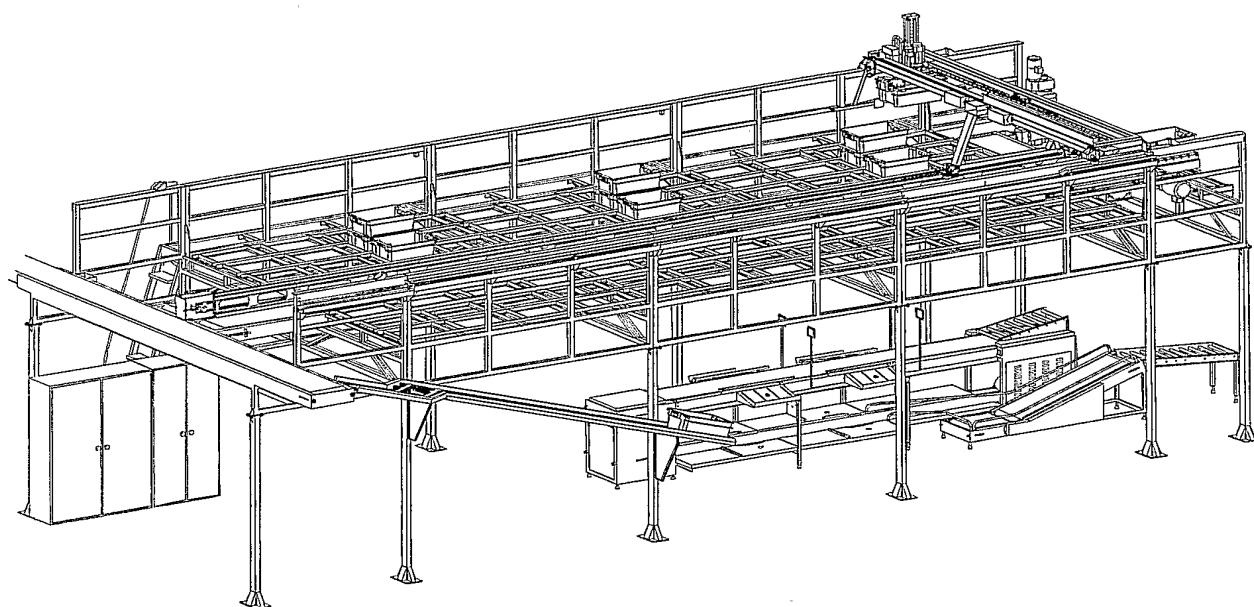


Figura 2

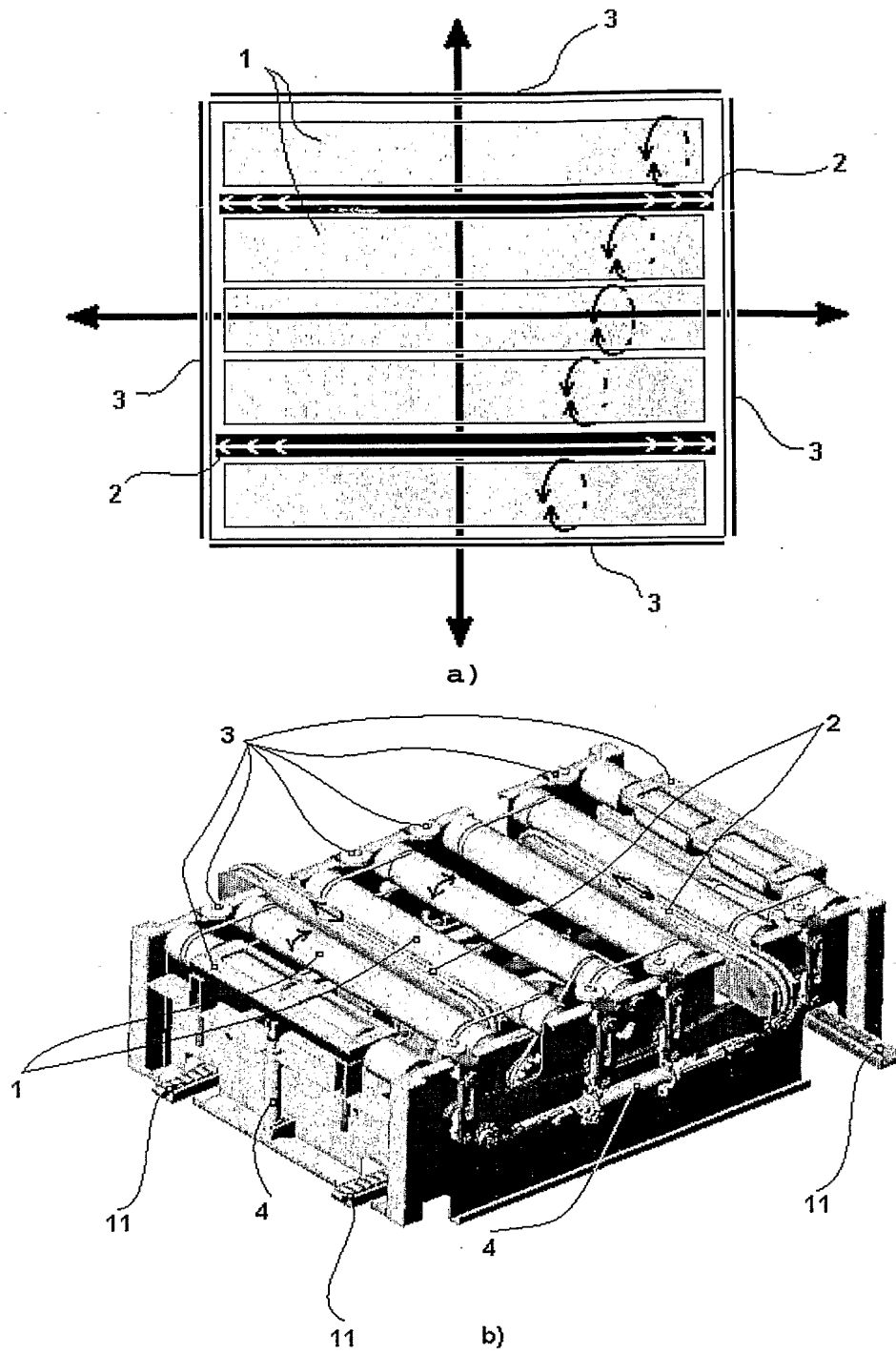


Figura 3

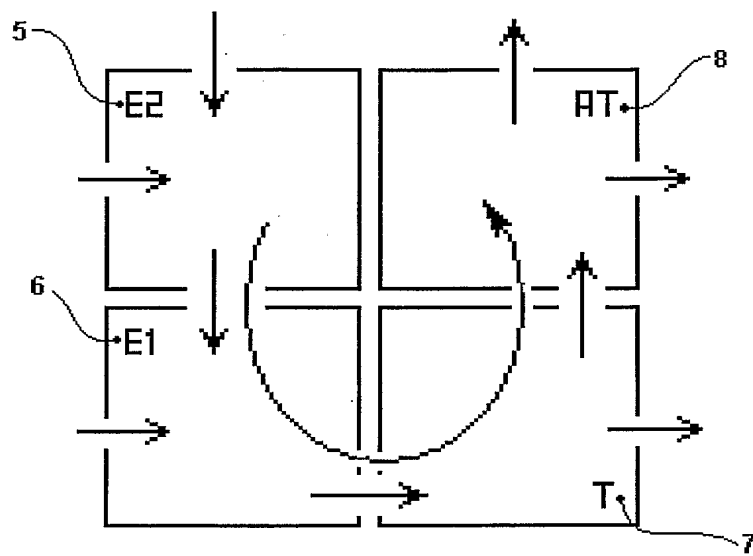
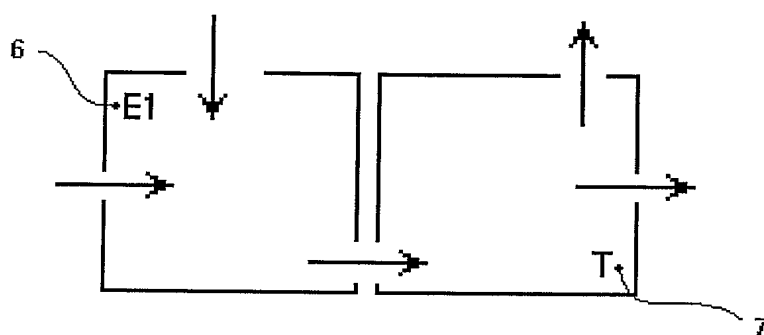


Figura 4





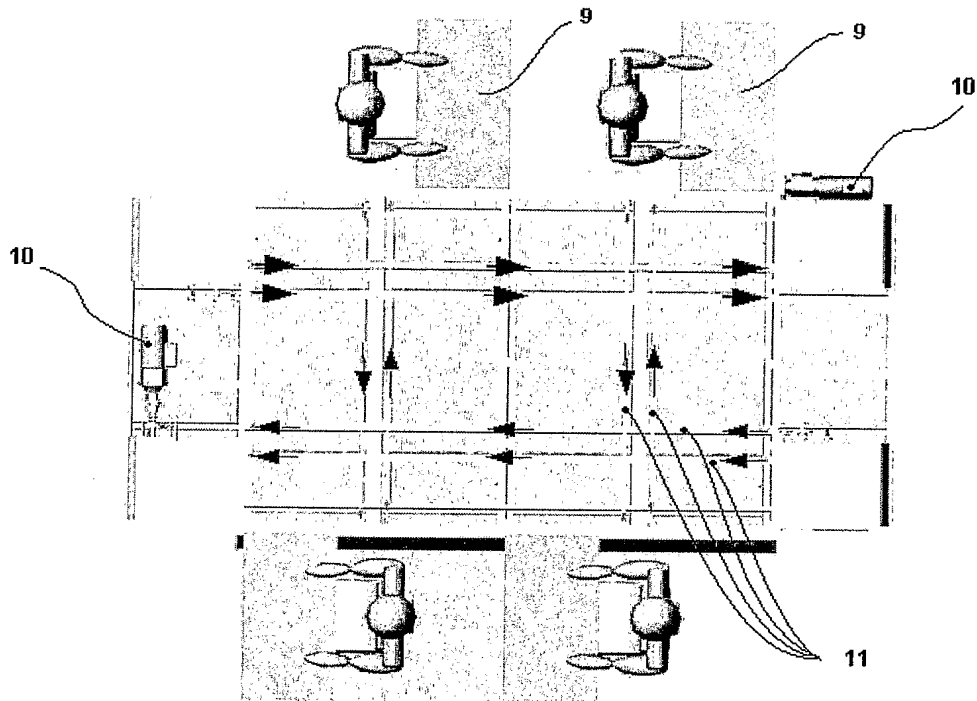


Figura 6

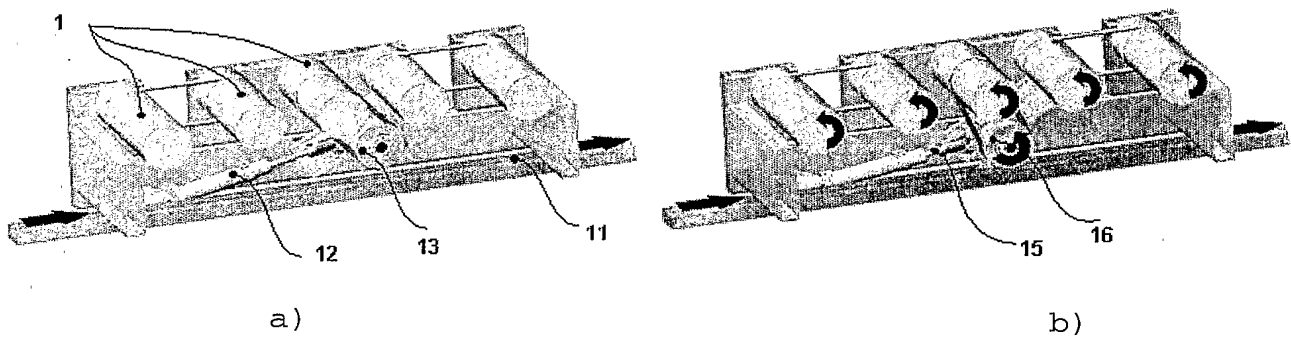
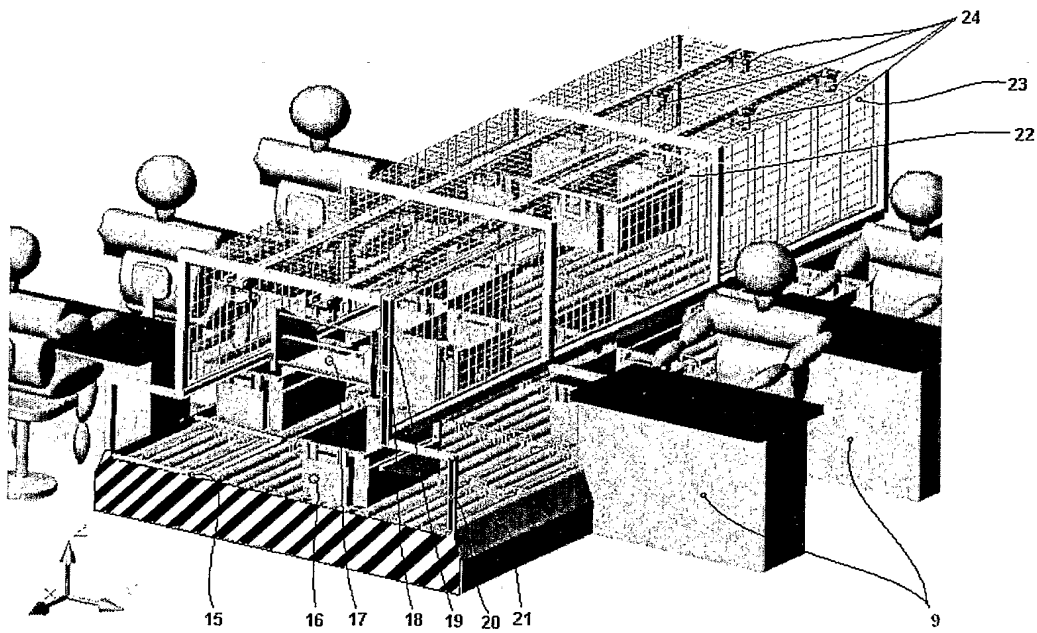
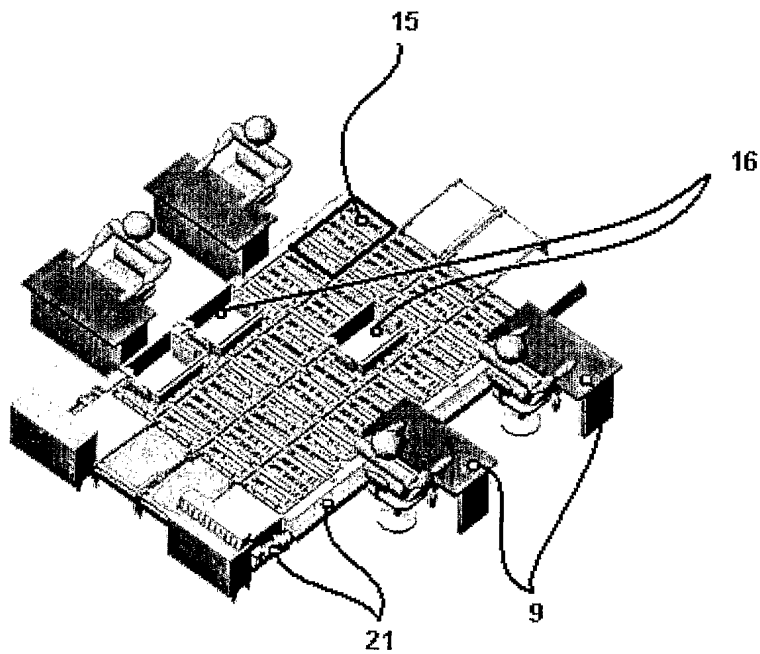


Figura 7



a)



b)

Figura 8

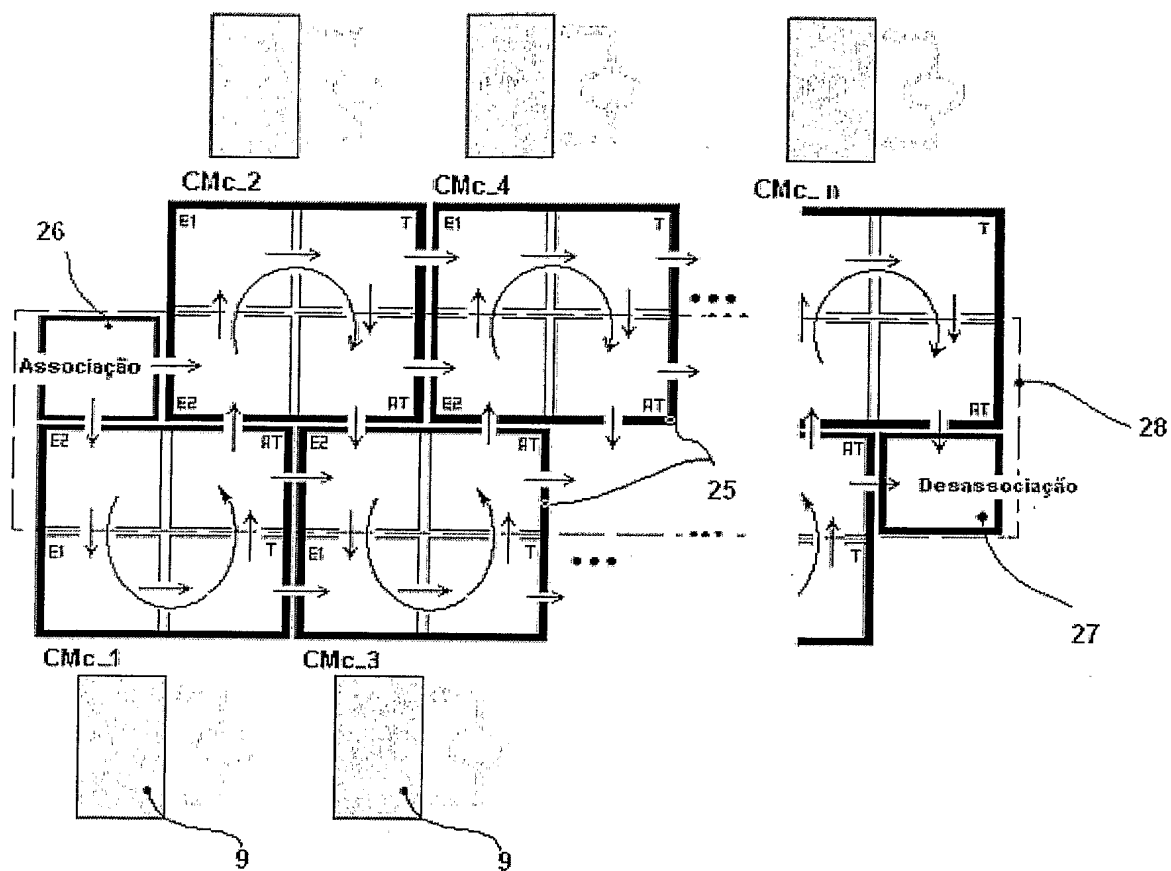


Figura 9

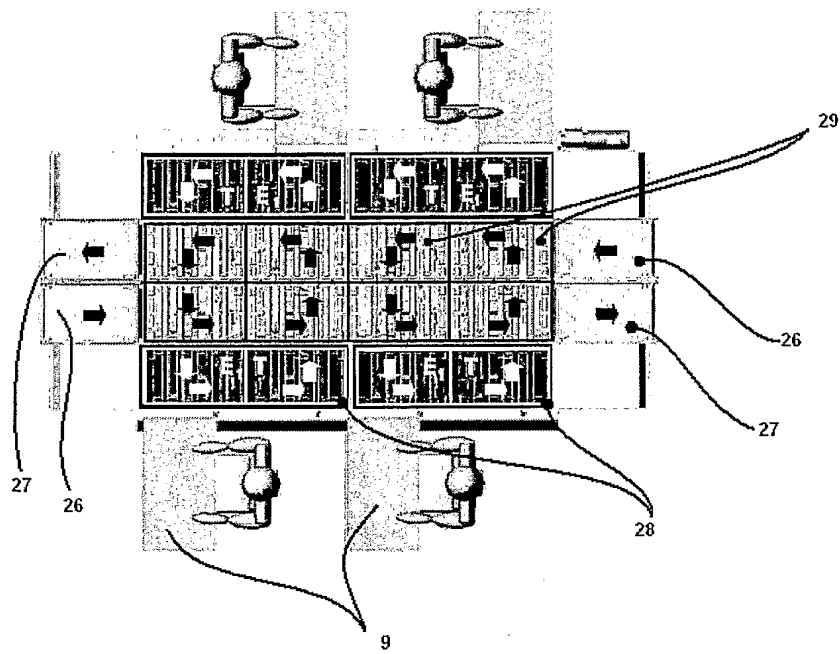


Figura 10